

A Inclusão do Conceito Indústria 4.0 nos Projetos Estratégicos da Gestão da Cadeia de Suprimentos

Diógenes Coriguazi, Alexandre Tadeu Simon

Resumo: A introdução de tecnologias inovadoras, como as pertencentes à Indústria 4.0, tornou-se essencial para a competitividade das empresas. Porém, para adotar esse novo conceito de indústria, as empresas devem alinhar suas estratégias, por meio de roteiros ou ferramentas que as auxiliem nessa caminhada. Assim, o objetivo deste estudo é identificar e analisar documentos, que abordem a incorporação do conceito Indústria 4.0 aos projetos estratégicos da gestão da cadeia de suprimentos (Supply Chain Management – SCM). Após a realização de uma análise bibliométrica, foram selecionados cinco documentos, em que, para quatro autores, a correlação entre Indústria 4.0, estratégia e SMC é apresentada como parte fundamental de roteiros desenvolvidos por eles. Apenas um autor cita que a integração entre Indústria 4.0, estratégia e SCM acontece no momento em que parceiros estratégicos da cadeia possam integrar serviços de forma remota, com base em uma arquitetura orientada para serviços, criando um ambiente flexível e responsivo.

Palavras chave: Indústria 4.0, Projetos estratégicos, Roteiro, Gestão da cadeia de suprimentos.

The Inclusion of the Industry 4.0 Concept in the Strategic Projects of the Supply Chain Management

Abstract: The introduction of innovative technologies, such as those belonging to Industry 4.0, has become essential for the competitiveness of enterprises. However, in order to adopt this new concept of industry, companies must align their strategies, through roadmaps or tools that assist them in this journey. Thus, the objective of this study is to identify and analyze documents that address the incorporation of the Industry 4.0 concept to the strategic projects of the Supply Chain Management (SCM). After a bibliometric analysis, five documents were selected, in which, for four authors, the correlation between Industry 4.0, strategy and SMC is presented as a fundamental part of the roadmaps developed by them. Only one author points out that the integration between Industry 4.0, strategy and SCM comes as strategic partners in the chain can integrate services remotely, based on a service-oriented architecture, creating a flexible and responsive environment.

Key-words: Industry 4.0, Strategic projects, Roadmap, Supply chain management.

1. Introdução

Tecnologias disruptivas, como as pertencentes ao conceito Indústria 4.0, tornaram-se fundamentais para a competitividade das empresas, em um ambiente de inovação. O termo “Indústria 4.0” refere-se à 4ª revolução industrial, cuja inovação tecnológica está alicerçada no rápido avanço dos meios de comunicação e informação entre os processos produtivos, empresas e cadeias de suprimentos (ANDERL et al., 2015).

A Indústria 4.0 é descrita como um conceito que abrange tecnologias como a Internet das Coisas (IoT – Internet of Things), Big Data, sistemas físico-cibernéticos (Cyber-Physical Systems – CPS), objetos inteligentes, sistema de identificação como o RFID (Radio Frequency Identification), inteligência artificial e a logística inteligente, as quais são derivadas e implementadas em uma cadeia de valor, com o objetivo de criar uma integração horizontal

de redes digitais e uma integração vertical dessas redes com os sistemas de manufatura (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; ANDERL, 2014; PRAUSE, 2015; STRANDHAGEN et al., 2016).

Dentre várias possibilidades de aplicação, o conceito Indústria 4.0 pode trazer benefícios para as atividades relacionadas à gestão da cadeia de suprimentos (SCM), pois a aplicação das tecnologias da Indústria 4.0 podem auxiliar na melhoria da SCM, por meio da virtualização da cadeia e de seus processos, garantindo a flexibilidade da cadeia, aumentando sua visibilidade, estabelecendo redes colaborativas, obtendo integração digital de ponta a ponta e uso de rastreamentos de dados individualizados, utilizando tecnologias e conceitos menos comuns em cadeias de suprimentos, como, por exemplo, a Internet das Coisas (IoT), Internet de Serviços (IoS) e a computação em nuvem (BARATA; CUNHA; STAL, 2018).

Porém, para as empresas que pretendem adotar novos processos, tecnologias, métodos e, até mesmo, novos modelos de negócios, é importante que alinhem suas estratégias, por meio do desenvolvimento de um roteiro (roadmap), analisando os passos para essa mudança. Isso também deve ocorrer em relação à introdução do conceito Indústria 4.0 (ACATECH, 2017; LANZA et al., 2016; HÜBNER et al., 2017).

Assim, o objetivo deste estudo é identificar e analisar documentos disponíveis na literatura, que abordem a incorporação do conceito Indústria 4.0, e suas tecnologias, aos projetos estratégicos da gestão da cadeia de suprimentos.

2. Revisão da literatura

2.1. O conceito Indústria 4.0 e suas principais tecnologias

O conceito Indústria 4.0, bem com suas principais ideias, foi publicado pela primeira vez em 2011 por Kagermann, e vem sendo utilizado até hoje por pesquisadores e indústrias. Esse conceito tornou-se uma iniciativa do governo alemão como parte do plano de ação, para 2020, da estratégia de alta tecnologia (KAGERMANN; LUKAS; WAHLSTER, 2011; ACATECH; 2013).

Para que se desenvolva o conceito Indústria 4.0, necessita-se de tecnologias que formem a base, nas organizações, de modo que alcancem esse novo conceito de indústria. Dentre essas tecnologias, os sistemas físico-cibernéticos, a Internet das Coisas e Internet de Serviços, objetos inteligentes e a Big Data são consideradas importantes tecnologias de apoio à Indústria 4.0 (ANDERL, 2015; LASI et al., 2014).

O conceito Indústria 4.0 subdivide as integrações entre fábricas, componentes, processos e tecnologias em três níveis: integração vertical, integração horizontal e integração de ponta a ponta (end-to-end) do ciclo de vida do produto (PLATTFORM INDUSTRIE 4.0, 2015, ACATECH, 2015; VDI/VDE-GMA, 2015).

Com a implantação do conceito Indústria 4.0, espera-se que as empresas obtenham benefícios relacionados ao ganho de eficiência no consumo de energia e na utilização de recursos, aumento da produtividade, implantações rápidas de inovações, e uma integração em tempo real com o mercado (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; ACATECH, 2015).

2.2. Alinhamento estratégico na introdução de um novo conceito de indústria

As empresas que pretendem adotar novos processos, tecnologias e métodos, devem primeiramente alinhar suas estratégias, identificando as etapas mais importantes desse alinhamento, o ritmo das possíveis mudanças, o que deve ser medido (Key Process Indicators - KPIs), onde pretendem chegar ao final do período de introdução e maturação da nova

estratégia, e quais os riscos e impactos ao final da jornada. Isso também deve ocorrer em relação à introdução do conceito Indústria 4.0 (ACATECH, 2017; LANZA et al., 2016; HÜBNER et al., 2017).

Porém, para uma estratégia em transformação, é importante que se desenvolva um roteiro (roadmap), que contemple todo o planejamento estratégico de curto, médio e longo prazo (HO; O’SULLIVAN, 2017; MAXWELL, 2016; ACATECH, 2017). Além do roteiro, deve-se ainda entender a estrutura organizacional atual e quais as alterações necessárias para se alcançar uma nova estratégia, e conseqüentemente, o novo modelo de negócio (ROSENBERG; KELLER, 2016; ABRELL-VOGEL; ROWOLD, 2014).

Portanto, considerando todo o impacto que uma mudança na estratégia, como a introdução do conceito Indústria 4.0, pode trazer para a organização, é importante que se desenvolva um planejamento de curto, médio e longo prazo, que aborde ferramentas essenciais para o mapeamento, planejamento e introdução dessa nova estratégia, e conseqüentemente, do novo modelo de negócio (ACATECH, 2017; VDMA, 2016).

2.3. Gestão da cadeia de suprimentos nos moldes da Indústria 4.0

A cadeia de suprimentos é o centro de toda a atividade operacional de todas as empresas de manufatura e um fator decisivo na obtenção de vantagem competitiva. Pfohl, Yahsi e Kurnaz (2015) definem as principais atividades da cadeia de suprimentos como compras, produção, distribuição e vendas.

De acordo com Ivanov e Sokolov (2010), o objetivo da SCM é a completa satisfação do cliente, garantindo a eficiência de custos e mantendo a estabilidade em toda a cadeia de suprimentos. Uma pesquisa recente mostra um forte foco em conceitos como cadeia de suprimentos ágeis, cadeia de suprimentos impulsionadas pelo cliente e cadeia de fornecimento digital, para lidar com os novos requisitos do mercado, como flexibilidade, melhor comunicação entre fornecedores e capacidade de realizar alterações de última hora (BÄR; HERBERT-HANSEN; KHALID, 2018). A Indústria 4.0 é prevista como a solução para esses desafios. O Quadro 1 resume os principais impactos da indústria 4.0 na cadeia de suprimentos (BÄR; HERBERT-HANSEN; KHALID, 2018).

| Benefícios | Descrições |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Integração dos Stakeholders | Todas as entidades participantes estão trocando informações, as relações comerciais estão se intensificando. |
| Customização | A Indústria 4.0 permite a personalização no design do produto, planejamento, produção e alterações de última hora. Pequenos lotes de produção serão lucrativos. |
| Transparência do processo | Informação holística sobre todos os pontos de ação na rede de abastecimento mostra interconectividade entre os atores e possibilita melhor tomada de decisão. |
| Flexibilidade na produção | Flexibilidade é a capacidade de se adaptar rapidamente às mudanças relativas aos requisitos do cliente, transformando a organização de acordo com cada um desses requisitos. |
| Eficiência de recursos | Conceitos como Sistemas Físico-Cibernéticos (CPS) e Big Data permitem a otimização dos processos de produção. Adaptações do sistema são possíveis a qualquer momento durante a produção. |
| Dados em tempo real | A transparência de processos e redes permite um melhor planejamento de cenários e uma reação mais flexível às mudanças na cadeia de suprimentos. |
| Autonomização | Tarefas de rotina são assumidas pelas máquinas e os funcionários se concentram em tarefas comunicativas e criativas, que agregam valor. |
| Dados do cliente | As decisões são orientadas por dados do cliente e, portanto, mais confiáveis. A organização se torna ágil. Em combinação com aprendizado de máquina (machine learning) e inteligência artificial, a aquisição inteligente é habilitada, sem interação humana. |
| Aumento na satisfação do cliente | Este fator pode ser definido como resultado de todos os benefícios citados acima, porém, na literatura nem sempre é definido como esse aumento pode ser realizado. |

Quadro 1 - Impactos da Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos (Adaptado de Bär et al., 2018).

Com relação à Indústria 4.0, identificou-se que suas ferramentas podem auxiliar na melhoria da SCM, por meio da virtualização da cadeia e de seus processos, garantindo a flexibilidade da cadeia, aumentando sua visibilidade, estabelecendo redes colaborativas, obtendo integração digital de ponta-a-ponta e uso de rastreamentos de dados individualizados, utilizando tecnologias e conceitos menos comuns em cadeias de suprimentos, como, por exemplo, a IoT, IoS e a computação em nuvem (BARATA; CUNHA; STAL, 2018).

3. Abordagem metodológica

Esta é classificada, quanto à natureza como pesquisa aplicada, quanto à forma de abordagem do problema como pesquisa quantitativa, quanto aos objetivos como pesquisa exploratória, e quanto aos procedimentos como uma pesquisa bibliométrica da literatura (PRASAD; TATA, 2005; GIL, 2010; PRODANOV; FREITAS, 2013; MARCONI; LAKATOS, 2013).

A abordagem metodológica utilizada neste trabalho é baseada no método de Lopes e Carvalho (2012). Este método é composto por três etapas:

1. Amostra: definição das bases de busca, string e período de publicação;
2. Análise das publicações: são verificados os anos com maior número de publicações, periódicos, instituições e países possuem publicações sobre o tema pesquisado;
3. Análise das Citações: são identificados os principais trabalhos, referências e autores, por meio da análise, por exemplo, de citações e co-citações dos trabalhos encontrados.

Adicionalmente ao método de Lopes e Carvalho (2012), será realizada uma análise dos principais documentos identificados na pesquisa bibliométrica, com o objetivo de identificar os achados e tendências, relativos ao tema estudado.

4. Desenvolvimento da pesquisa

4.1. Amostra

Para a realização da pesquisa, foram selecionadas as bases de busca Scopus e Web of Science. A string busca é formada pelas seguintes palavras-chave: ("supply chain management" OR "supply chain" OR logistics) AND "industr* 4.0" AND (strategy OR roadmap). Essas palavras-chave foram pesquisadas entre os anos de 2010 e 2019. A partir desses dados, foram encontrados ao todo 114 documentos, sendo 71 na Scopus e 43 na Web of Science.

4.2. Análise das publicações

Na análise das publicações, pode-se observar também uma tendência de aumento nas publicações relacionadas ao tema estudado (Gráfico 1). Nota-se também que os países com maior quantidade de publicações são a Alemanha e os Estados Unidos. Outros países, como Reino Unido e Itália, também aparecem com um número razoável de publicações (Gráfico 1).

Outro dado observado, refere-se aos tipos de documentos publicados nas bases de busca. Em ambas as bases, as publicações em congressos e em periódicos se destacaram com maior quantidade de publicações (Gráfico 1). Com relação aos autores com maior quantidade de publicações, nota-se que apenas Ivanov possui três publicações. Os outros autores aparecem com duas ou apenas uma publicação (Gráfico 1). Ainda com relação aos autores, observa-se que Kagermman, Thoben, Kovács, Xu e Jabour são os autores com a maior quantidade de citações (Gráfico 1).

Pode-se verificar também que as principais áreas de estudo, em que se encontra o tema

pesquisado, são a engenharia e a ciência da computação (Gráfico 2). Além disso, nota-se que as principais fontes de publicação desses documentos são Procedia CIRP, IFIP Advances in Information and Communication Technology, Factories of the Future in the Digital Environment, Advances in Intelligence Systems and Computing (Gráfico 2).

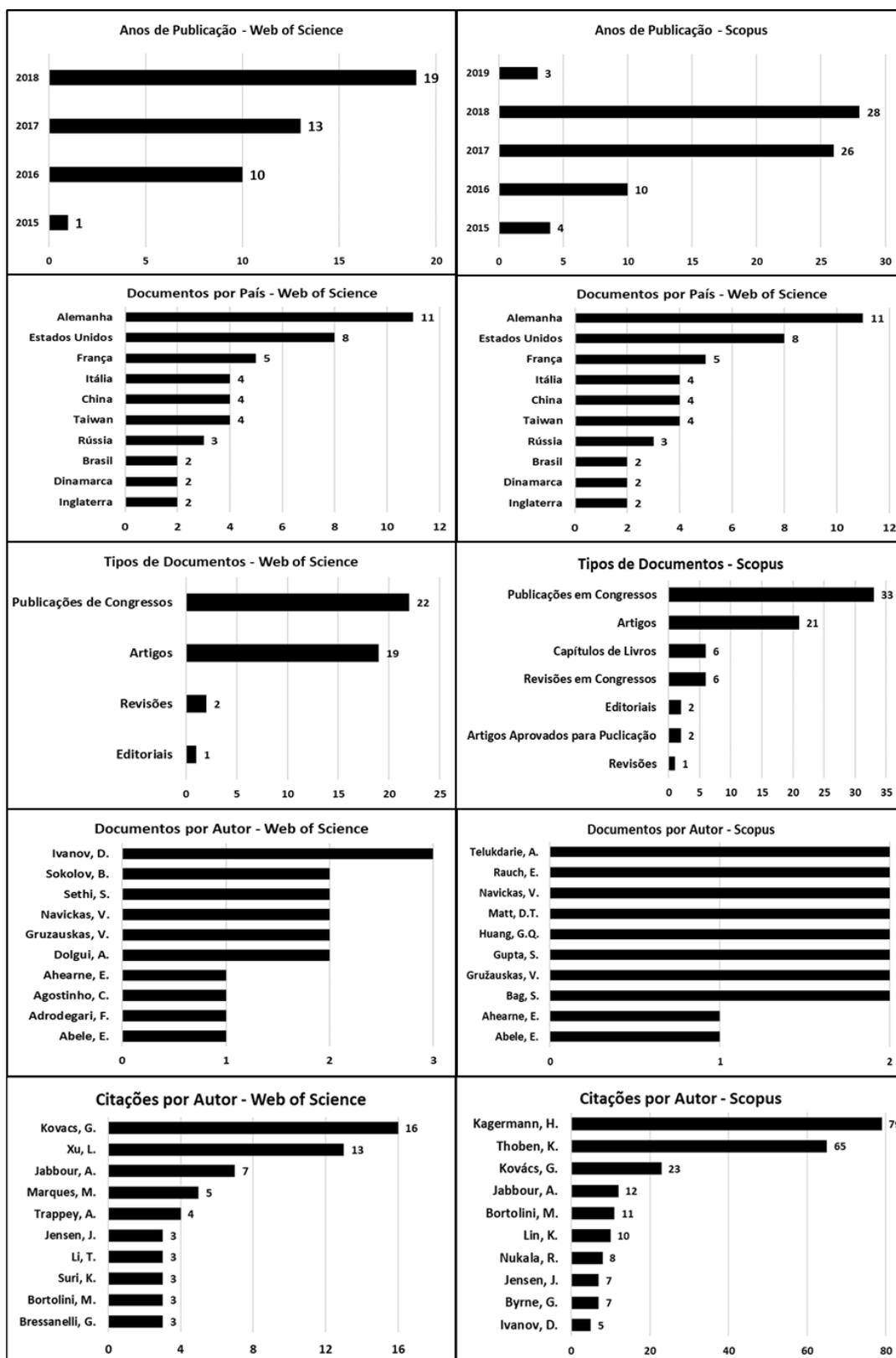


Gráfico 1 – Anos de publicação, documentos por país, tipos de documentos, documentos por autor e citações por autor.

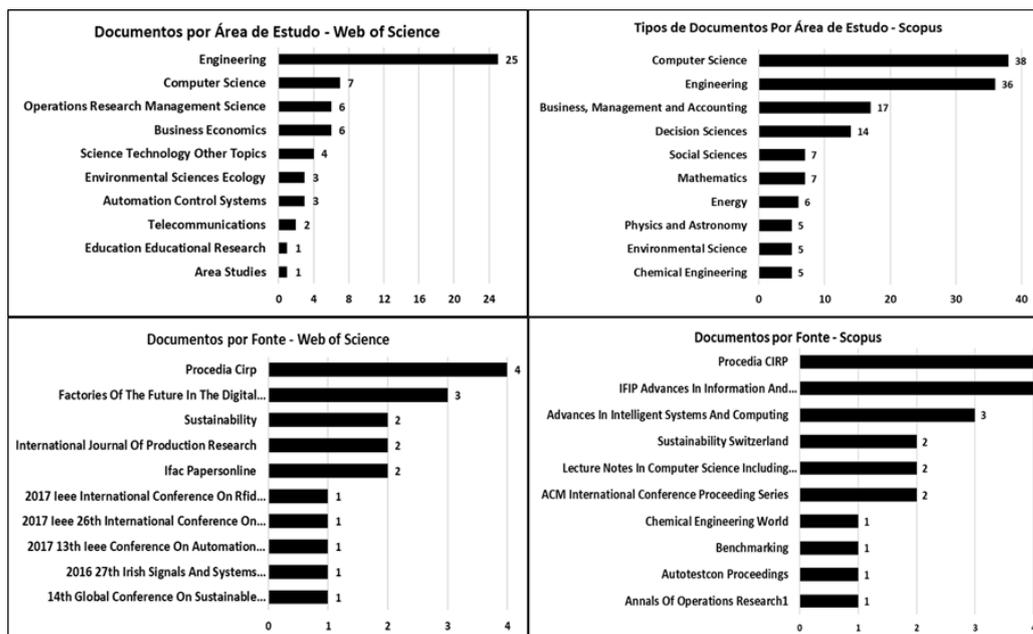


Gráfico 2 – Documentos por área de estudo e documentos por fonte.

Além das análises apresentadas anteriormente, verificou-se também o acoplamento bibliográfico, por meio do software Vosviewer (Figuras 2 e 3).

Essa análise realiza uma medida de similaridade, por meio da análise de citação, para estabelecer uma relação de similaridade entre documentos. O acoplamento bibliográfico ocorre quando dois trabalhos se referem ao terceiro trabalho comum em suas bibliografias. É uma indicação de que existe uma probabilidade de que os dois trabalhos tratem de um assunto relacionado (MARTYN, 1964).

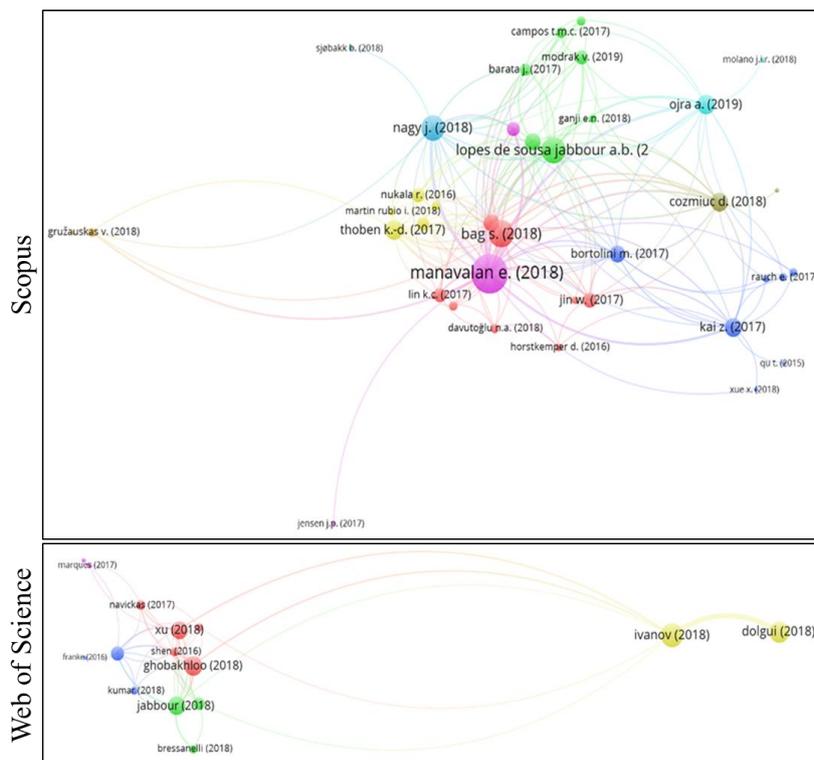


Figura 2 – Acoplamento bibliométrico.

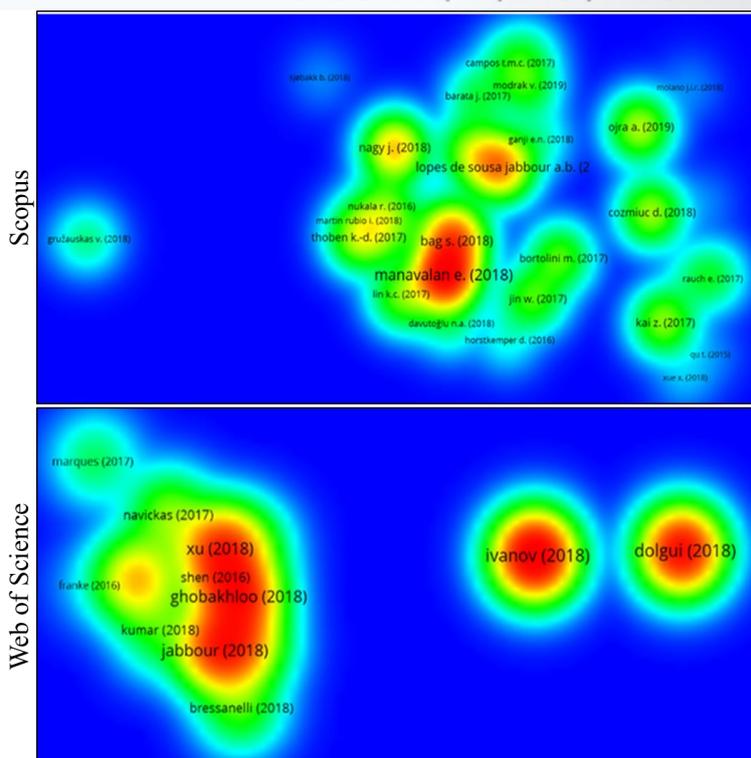


Figura 3 – Acolpamento bibliométrico por densidade.

4.3. Seleção dos documentos e análise

Para a seleção dos documentos, foram utilizados os gráficos referentes ao acolpamento bibliográfico, devido à similaridade de referências bibliográficas entre os documentos analisados nesse método, e os artigos mais citados. Antes de iniciar a etapa de análise, foi realizada uma leitura dos documentos, verificando se eles possuíam relação com o objetivo da pesquisa. Assim, foram selecionados os documentos apresentados no Quadro 2.

Os critérios utilizados para a análise do documento foram os seguintes:

- Como é abordada a incorporação do conceito Indústria 4.0, e suas tecnologias, aos projetos estratégicos das empresas;
- Como é abordada a correlação entre Indústria 4.0, estratégia e gestão da cadeia de suprimentos;

| Título do Artigo | Autor e Ano | Motivo da Seleção do Artigo | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| | | Acolpamento Bibliométrico | Quantidade de citações |
| Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations | Jabbour et al., 2018 | X | X |
| Industry 4.0: state of the art and future trends | Xu; Xu; Li, 2018 | X | X |
| A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements | Manavalan; Jayakrishna, 2018 | X | |
| The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0 | Ghobakhloo, 2018 | X | |
| The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain - The Case of Hungary | Nagy et al., 2018 | X | |

Quadro 2 – Documentos selecionados para análise após leitura.

Adicionalmente aos critérios utilizados para análise, serão expostos também os objetivos dos documentos, métodos de pesquisa e os achados e tendências desses documentos. Para no seu entendimento, a análise realizada será exposta no Quadro 3.

| | Documento 1 | Documento 2 | Documento 3 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título do Artigo | Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations | Industry 4.0: state of the art and future trends | A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements |
| Autor e Ano | Jabbour et al., 2018 | Xu; Xu; Li, 2018 | Manavalan; Jayakrishna, 2018 |
| Objetivo | <p>O objetivo do trabalho é integrar os seguintes tópicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar tecnologias e recursos da Indústria 4.0 que são adequados para o avanço da Economia Circular; 2. Explorar como a estrutura ReSOLVE da economia circular pode ser aplicado e desenvolvido, vinculando-o às abordagens da Indústria 4.0; 3. Discutir a relação entre a economia circular e a Indústria 4.0 para obter uma gestão de operações sustentável; 4. Desenvolver um roteiro pioneiro para melhorar a aplicação dos princípios da economia circular nas organizações por meio de abordagens da Indústria 4.0; 5. Propor uma agenda de pesquisa original para aprofundar a compreensão deste tópico. | <p>O objetivo do artigo é apresentar aos setores industriais as oportunidades futuras que existem campo da Indústria 4.0.</p> | <p>O principal objetivo do artigo é revisar os vários aspectos da gestão da cadeia de suprimentos, do ERP, da Internet das Coisas (IoT) e da Indústria 4.0, examinando a importância da digitalização e o papel da IoT na cadeia de fornecimento. Além disso, o estudo explora os critérios que podem ser avaliados pelas empresas, para que possam avaliar seu preparo para a transformação da Indústria 4.0.</p> |
| Método de Pesquisa | Revisão da literatura com proposta de desenvolvimento de um roteiro. | Revisão da Literatura. | Por meio de revisão da literatura, relativa aos quatro tópicos Gestão da Cadeia de Suprimentos; ERP; IoT e Indústria 4.0, foi proposto o desenvolvimento de uma estrutura (framework) para avaliar o preparo das empresas para a transformação da Indústria 4.0. |
| Como é abordada a incorporação do conceito Indústria 4.0, e suas tecnologias, aos projetos estratégicos das empresas; | <p>O roteiro estratégico desenvolvido pelo autores contém cinco etapas que abordam os desafios das empresas para adotarem as tecnologias da Indústria 4.0 em uma economia circular. No primeiro passo as organizações devem decidir quais modelos da economia circular são adequados aos seus processos e propósitos de produção. O segundo passo seria a identificação das tecnologias e recursos da Indústria 4.0 que são viáveis para as organizações, considerando fatores como disponibilidade, custos e restrições técnicas. O terceiro passo seria a adaptação de decisões de gestão de operações sustentáveis para o design, processo e logística de produtos. O quarto passo seria o desenvolvimento da integração entre camadas nas cadeias de fornecimento, a fim de conectar tecnologias e recursos e compartilhar informações relativas à demanda, fornecimento, entregas e comportamento dos clientes em tempo real. Por fim, o quinto passo seria a criação de indicadores de desempenho para medir o progresso em direção à economia circular.</p> | <p>Para os autores, a incorporação do conceito Indústria 4.0, e suas tecnologias, aos projetos estratégicos das empresas faz parte do próprio ecossistema da Indústria 4.0, de modo que o gerenciamento de processos de negócios terá como objetivo apoiar as metas estratégicas de uma organização, alinhando recursos dentro de uma empresa, entre empresas ou até mesmo em toda a cadeia de fornecimento. Essa abordagem integrada de gerenciamento de processos de negócios melhorará o desempenho geral de uma organização e aumentará a eficiência, a eficácia e a flexibilidade das operações diárias de uma empresa.</p> | <p>Na estrutura desenvolvida pelos autores, a incorporação do conceito Indústria 4.0 na gestão da cadeia de suprimentos é apresentada basicamente em três itens:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolvimento de fontes estratégicas, por meio do desenvolvimento dos fornecedores corretos e dos materiais corretos; 2. Colaboração com os principais fornecedores, trazendo visibilidade para as iniciativas estratégicas e alavancando o relacionamento de longo prazo com os fornecedores; 3. Gerenciamento estratégico e perspectiva da organização, melhorando a visibilidade do fluxo de caixa em toda a cadeia de suprimentos e monitorando os movimentos de preço dos componentes que afetam a lucratividade. |
| Como é abordada a correlação entre Indústria 4.0, estratégia e gestão da cadeia de suprimentos; | <p>Especificamente a correlação entre Indústria 4.0, estratégia e gestão da cadeia de suprimentos é abordada no quarto passo do roteiro desenvolvido pelos autores, em que deve ocorrer o desenvolvimento da integração entre camadas nas cadeias de fornecimento, a fim de conectar tecnologias e recursos e compartilhar informações relativas à demanda, fornecimento, entregas e comportamento dos clientes em tempo real.</p> | <p>Para os autores, a integração entre Indústria 4.0, estratégia e gestão da cadeia de suprimentos acontece no momento em que os parceiros estratégicos da cadeia de suprimentos puderem integrar serviços de forma remota, por meio de tecnologias da informação, com base em uma arquitetura orientada para serviços, criando um ambiente flexível e responsivo.</p> | <p>Basicamente os autores desenvolveram uma estrutura (framework) que aborda o preparo da gestão da cadeia de suprimentos para a transformação causada pelo conceito Indústria 4.0.</p> |
| Achados e Tendência do Artigo | <p>Por meio da revisão da literatura e da estrutura ReSOLVE, os autores desenvolveram um roteiro estratégico para a adoção da Indústria 4.0 em organizações que buscam trabalhar em um modelo de economia circular. Desenvolveram também uma agenda, que auxilia na identificação das principais teorias que abordam o tema apresentado (adoção da Indústria 4.0 em organizações que trabalham em um modelo de economia circular).</p> | <p>Revisão da literatura aprofundada, demonstrando as principais abordagens estratégicas que as empresas devem se referenciar, para a introdução do conceito Indústria 4.0.</p> | <p>Por meio de uma revisão da literatura, focada na gestão da cadeia de suprimentos, ERP, IoT e Indústria 4.0, os autores desenvolveram uma estrutura (framework) que aborda os principais critério/atributos que podem auxiliar as empresas a identificarem o preparo da gestão da cadeia de suprimentos para a transformação causada pelo conceito Indústria 4.0.</p> |

| Título do Artigo | The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0 | The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain - The Case of Hungary |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autor e Ano | Ghobakhloo, 2018 | Nagy et al., 2018 |
| Objetivo | O objetivo do artigo é conduzir uma revisão sobre Indústria 4.0, destacar seus principais princípios de design e tendências tecnológicas, identificar seu projeto arquitetônico e oferecer um roteiro estratégico que possa servir aos fabricantes como um guia simples para o processo de transição para esse formato de indústria. | O objetivo do estudo é descobrir como as empresas que operam na Hungria interpretam o fenômeno da Indústria 4.0, que tipo de ferramentas da Internet das Coisas (IoT) usam para apoiar seus processos e quais são os problemas críticos que enfrentam durante a adaptação. |
| Método de Pesquisa | O estudo realiza uma revisão sistemática e centrada no conteúdo da literatura com base em uma abordagem de seis etapas, para identificar os principais princípios de design e tendências tecnológicas da Indústria 4.0. O estudo também se beneficia de uma análise de conteúdo abrangente dos 178 documentos identificados, tanto manualmente quanto via processamento de linguagem natural do IBM Watson, para análise avançada de texto. | Os autores utilizaram uma metodologia dupla: enviaram um questionário on-line para empresas de manufatura e serviços de logística para investigar as ferramentas da IoT que essas empresas utilizam e os problemas que enfrentam. Com isso, 43 respostas foram recebidas para avaliação. Eles também conduziram quatro entrevistas com empresas de manufatura para obter insights mais profundos sobre questões críticas e as fases de desenvolvimento das ferramentas da IoT. |
| Como é abordada a incorporação do conceito Indústria 4.0, e suas tecnologias, aos projetos estratégicos das empresas; | O roteiro estratégico desenvolvido pelo autor é composto por seis dimensões, que possuem várias outras subdimensões ou itens de ação. A primeira dimensão é chamada de gerenciamento estratégico, em que são definidas as estratégias para a implantação da Indústria 4.0. A segunda dimensão é chamada de estratégia de marketing, em que é realizada uma avaliação referente à maturidade do marketing digital. A terceira dimensão refere-se à estratégia de recursos humanos, em que são avaliadas as competências dos recursos humanos para a Indústria 4.0 e é realizado o gerenciamento relativo ao reconhecimento dos talentos. A quarta dimensão aborda a estratégia de maturidade de TI, em que é desenvolvida a estratégia de governança de TI. A quinta dimensão refere-se a estratégia de manufatura inteligente, em que são abordadas as estratégias relativas à Internet das Coisas (integração vertical), são estabelecidas conexões inteligentes em toda a fábrica e é realizada uma interface humana aprimorada para programação de robôs. Por fim, a sexta dimensão aborda a estratégia para o gerenciamento da cadeia de suprimentos inteligente, focando na integração multifuncional de TI, na consistência dos dados, em sistemas confiáveis/seguros, e em uma visão flexível e compartilhada. | Com base na literatura, os autores desenvolveram uma estrutura que, para eles, deve ser utilizada como base para o desenvolvimento/adequação das estratégias das empresas, com base no conceito Indústria 4.0. Essa estrutura é composta por dois grupos: Atividades Suporte e Atividades Primárias. As atividades suporte são compostas pelas seguintes sub-atividades: - Infraestrutura: questões legais relativas à segurança dos dados e operações financeiras em tempo real; - Gestão dos Recursos Humanos: refere-se ao desaparecimento do pagamento relacionado ao desempenho e surgimento do reconhecimento das áreas de trabalho como um todo; - Desenvolvimento Tecnológico: desenvolvimento de hardware e software, máquinas inteligentes, nuvem, redes, robôs autônomos; - Compras: monitoramento da performance do fornecedor, fluxo contínuo de dados, automação. As atividades primárias são compostas pelas seguintes sub-atividades: - Recebimento Logístico (Inbound): robôs autônomos, sensores, RFID; - Operações: sensores, RFID, transparência, M2M, robôs e redes; - Distribuição (Outbound): robôs autônomos, sensores, RFID; - Marketing e Vendas: BI, CRM em tempo real, blockchain; - Serviços: Análise dos dados. |
| Como é abordada a correlação entre Indústria 4.0, estratégia e gestão da cadeia de suprimentos; | O autor aborda a integração entre Indústria 4.0, estratégia e gestão da cadeia de suprimentos na sexta dimensão do roteiro estratégico desenvolvido por ele, em que o gerenciamento da cadeia de suprimentos inteligente deve focar na integração multifuncional de TI, na consistência dos dados, em sistemas confiáveis/seguros, e em uma visão flexível e compartilhada. | A correlação entre Indústria 4.0, estratégia e gestão da cadeia de suprimentos é abordada por meio das atividades presentes na estrutura desenvolvida pelos autores, como compras, recebimento logístico e distribuição, as quais fazem parte da gestão da cadeia de suprimentos. |
| Achados e Tendência do Artigo | Desenvolvimento de um roteiro estratégico, composto por seis dimensões principais, que auxiliam as empresas a implantar, de forma estratégica, o conceito Indústria 4.0. | Desenvolvimento uma estrutura, composta por duas atividades principais e nove sub-atividades, que expõem as principais tarefas que as empresas devem incluir em suas estratégias, com o objetivo de adequar seus modelos de negócio para o formato do conceito Indústria 4.0. |

Quadro 3 – Análise dos documentos.

5. Conclusão

Tecnologias disruptivas, como as pertencentes ao conceito Indústria 4.0, tornaram-se fundamentais para a competitividade das empresas, em um ambiente de inovação. Porém, as empresas que pretendem adotar esse novo conceito de indústria devem primeiramente alinhar suas estratégias, por meio do desenvolvimento de um roteiro (roadmap), de modo que

analisem quais são os passos para essa mudança, qual o ritmo da mudança, o que deve ser medido, onde pretendem chegar ao final do período de introdução e maturação, e quais os riscos e impactos ao final da jornada.

Assim, o objetivo deste estudo foi identificar e analisar documentos disponíveis na literatura, que abordem a incorporação do conceito Indústria 4.0, e suas tecnologias, aos projetos estratégicos da gestão da cadeia de suprimentos.

Após a realização da pesquisa, seguindo a string de busca previamente definida, foram encontrados 114 documentos, em que, após a realização de uma análise bibliométrica e aplicação de critério de inclusão, 5 documentos foram selecionados para uma avaliação aprofundada.

Nessa avaliação, pôde-se notar que quatro autores desenvolveram roteiros ou estruturas que abordam a incorporação do conceito Indústria 4.0, e suas tecnologias, aos projetos estratégicos das empresas. Para eles, a correlação entre Indústria 4.0, estratégia e a SMC é apresentada como parte fundamental de seus roteiros ou estruturas, de modo que sem essa etapa, as empresas não conseguem realizar uma implantação completa do conceito Indústria 4.0.

Apenas um autor cita que a incorporação do conceito Indústria 4.0, e suas tecnologias, aos projetos estratégicos das empresas faz parte do próprio ecossistema da Indústria 4.0 e que a integração entre Indústria 4.0, estratégia e SCM acontece no momento em que os parceiros estratégicos da cadeia de suprimentos integrem serviços de forma remota, por meio de tecnologias da informação com base em uma arquitetura orientada para serviços, criando um ambiente flexível e responsivo.

Assim, pode-se perceber que na maioria dos documentos analisados, a construção de um roteiro ou de uma estrutura foi a opção mais apropriada para evidenciar a incorporação do conceito Indústria 4.0, e suas tecnologias, aos projetos estratégicos das empresas, pois eles proporcionam as empresas uma ferramenta que pode auxiliá-las no processo de adaptação desse novo conceito de indústria.

As limitações deste trabalho estão no próprio ineditismo, relacionado ao tipo de análise realizada, em que o conceito Indústria 4.0 precisa ser incorporado as estratégias das empresas e especificamente na gestão da cadeia de suprimentos. Como proposta de trabalhos futuros recomenda-se que se verifique a incorporação do conceito Indústria 4.0 nas estratégias das empresas, porém com enfoque em atividades específicas da gestão da cadeia de suprimentos.

Referências

ABRELL-VOGEL, C.; ROWOLD, J. Leaders' commitment to change and their effectiveness in change – a multilevel investigation. *Journal of Organizational Change Management*, Vol. 27 Issue: 6, pp.900-921, 2014.

ACATECH – National Academy of Science and Engineering. Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0, 2013.

ACATECH: Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0. acatech, 2015.

ACATECH – Industry 4.0 maturity index: managing the digital transformation of companies. Acatech Study, 2017.

- ANDERL, R. Industrie 4.0 – Advanced engineering of smart products and smart production. Technological Innovations in the Product Development. 19th International Seminar on High Technology, Piracicaba-Brasil, 2014.
- ANDERL, R.; PICARD, A.; WANG, Y.; FLEISHER, S.; DOSCH, S.; KLEE, B.; BAUER, J. Guideline industrie 4.0 – guiding principles for the implementation of industrie 4.0 in a small and medium sized business. VDMA Forum Industrie 4.0, Frankfurt, 2015.
- ANDERL, R. Industrie 4.0 – technological approaches, use cases, and implementation. Automatisierungstechnik, p.753-765, 2015.
- BÄR, K.; HERBERT-HANSEN, Z.; KHALID; W. Considering Industry 4.0 aspects in the supply chain for an SME. German Academic Society for Production Engineering (WGP), 2018.
- BARATA, J.; CUNHA, P.R.; STAL, J. Mobile supply chain management in the Industry 4.0 era: An annotated bibliography and guide for future research. Journal of Enterprise Information Management Vol. 31 No. 1, pp. 173-193, 2018.
- GHOBAKHLOO, M. The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 29 Issue: 6, pp. 910-936, 2018.
- GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- HO, J.-Y.; O'SULLIVAN, E. Strategic standardisation of smart systems: A roadmapping process in support of innovation. Technological Forecasting and Social Change, vol., pp. 301-312, 2017.
- HÜBNER, M.; LIEBRECHT, C.; MALESSA, N.; KUHNLE, A.; NYHUIS, P.; LANZA, G. Vorgehensmodell zur Einführung von Industrie 4.0: Vorstellung eines Vorgehensmodells zur bedarfsgerechten Einführung von Industrie 4.0-Methoden. Werkstattstechnik online Jahrgang 107, 2017.
- IVANOV, D.; SOLOKOV, B. Adaptive supply chain management. Springer, New York, 2010.
- IVANOV, D.; SETHI, S.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B. A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0. Annual Reviews in Control 46, p. 134–147, 2018.
- JABBOUR, A.B.; JABBOUR, C.J.C.; GODINHO, M.; ROUBAUD, D. Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations. Annals of Operations Research Volume 270, Issue 1-2, Pages 273-286, 2018.
- KAGERMANN, H.; LUKAS, W.; WAHLSTER, W. Industrie 4.0 – Mit dem internet der Dinger auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution. VDI Nachrichten, 2011.
- KAGERMANN, H.; WAJLSTER, W.; HELBIG, J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRY 4.0. National Academy of Science and Engineering, Berlin/Frank-furt, 2013.
- KOVÁCS, G.; KOT, S. New logistics and production trends as the effect of global economy changes. Polish Journal of Management Studies Volume 14, Issue 2, Pages 115-126, 2016.
- LANZA, G.; NYHUIS, P.; ANSARI, S.M.; KUPRAT, T.; LIEBRECHT, C. Befähigungs- und Einführungsstrategien für Industrie 4.0: Vorstellung eines reifegradbasierten Ansatzes zur Implementierung von Industrie 4.0. Carl Hanser Verlag, München Jahrg. 111, 2016.
- LASI, H.; FETTKE, P.; KEMPER, H.G.; FELD, T.; HOFFMANN, M. Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering, vol.6, p.239, 2014.
- LOPES, A.P.; CARVALHO, M.M. Evolução da literatura de inovação em relações de cooperação: um estudo bibliométrico num período de vinte anos. Gestão da Produção, São Carlos, v.19, n.1, p. 203-217, 2012.
- MANAVALAN E.; JAYAKRISHNA, K. A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. Computers & Industrial Engineering, 2018.
- MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. Técnicas de Pesquisa. São Paulo: Atlas, 2013.

- MARTYN, J. "BIBLIOGRAPHIC COUPLING", Journal of Documentation, Vol. 20 Issue: 4, pp.236-236, 1964.
- MAXWELL, D. The Research Lifecycle as a Strategic Roadmap. Journal of Library Administration, vol. 56, Issue 2, pp. 111-123, 2016.
- NAGY, J.; OLÁH, J.; ERDEI, E.; DOMICIÁN MÁTÉ, D.; POPP, J. The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain - The Case of Hungary. Sustainability, 2018.
- PFOHL, H.C.; YAHSI, B.; KURNAZ, T. The impact of industry 4.0 on the supply chain. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics – HICL, 2015.
- PLATTFORM INDUSTRIE 4.0: Industrie 4.0 Whitepaper FuE-Themen. Plattform Industrie 4.0, 2015.
- PRASAD, S.; TATA, J. Publications patterns concerning the role of teams/groups in the information systems literature from 1990 to 1999. Information & Management, v. 42, n.8, p. 1137-1148, 2005.
- PRAUSE, G. Sustainable business models and structures for industry 4.0. Journal of Security and Sustainability Issues 2, v.5, 2015.
- PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa científica e do trabalho acadêmico. 2ªed. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE, 2013.
- ROSENBERG, A; KELLER, M. Making sense of organizational structure change: a practice-based approach. Baltic Journal of Management, Vol. 11 Issue: 4, pp.452-472, 2016.
- STRANDHAGEN, J.W.; ALFNES, E.; STRANDHAGEN, J.O.; SWAHN, N. Importance of production environments when applying industry 4.0 to production logistics – a multiple case study. International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation, 2016.
- THOBEN, K.D.; WIESNER, S.; WUEST, T. "Industrie 4.0" and Smart Manufacturing – A Review of Research Issues and Application Examples. International Journal of Automation Technology, vol.11 no.1, 2017.
- VDE ASSOCIATION FOR ELECTRICAL, ELECTRONIC & INFORMATION TECHNOLOGIES. The German Standardization Roadmap: Industrie 4.0. DKE German Commission for Electrical, Electronic & Information Technologies of DIN and VDE, 2013.
- VDI/VDE-GMA: Statusreport Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0. VDI/VDE-GMA, 2015.
- VDMA. Guideline Industrie 4.0: guiding principles for the implementation of Industrie 4.0 in small and medium sized businesses. VDMA Verlag, 2016.
- XU, L.D.; XU, E.L.; LI, L. Industry 4.0: state of the art and future trends. International Journal of Production Research, Vol. 56, No. 8, 2941–2962, 2018.